



(51) МПК
HO1M 8/02 (2006.01)
HO1M 8/04 (2006.01)
HO1M 8/122 (2016.01)
HO1M 8/24 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2014149667, 11.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 11.06.2013

Дата регистрации:
 08.02.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 11.06.2012 EP 12171565.0

(43) Дата публикации заявки: 27.07.2016 Бюл. № 21

(45) Опубликовано: 08.02.2017 Бюл. № 4

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: 12.01.2015

(86) Заявка РСТ:
 EP 2013/062051 (11.06.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2013/186222 (19.12.2013)

Адрес для переписки:
 191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):
 ВЮИЙЕМЕН Закари (CH)

(73) Патентообладатель(и):
 ЭйчТиСЕРАМИКС С.А. (CH)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: WO2009111771 A1, 11.09.2009. US
 2004151975 A1, 05.08.2004. RU 2422951 C1,
 27.06.2011. US 2008193812 A1, 14.08.2008. US
 2008014489 A1, 17.01.2008.

2 6 1 0 1 4 1 C 2

R U 2 6 1 0 1 4 1 C 2

(54) ТВЕРДООКСИДНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИЛИ ТВЕРДООКСИДНАЯ
 ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ЯЧЕЙКА И СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАКОГО ЭЛЕМЕНТА

(57) Формула изобретения

1. Твердооксидный топливный элемент или твердооксидная электролитическая ячейка, содержащая

а) несколько блоков (5) катод-анод-электролит, при этом каждый блок (5) КАЭ содержит:

- первый электрод (51) для окисляющего средства,
- второй электрод (53) для горючего газа,
- и твердый электролит (52) между первым электродом (51) и вторым электродом (52), и

б) металлическое межблочное соединение (40) между блоками (5) КАЭ, при этом межблочное соединение (40) содержит:

- первый газораспределительный элемент (10), содержащий газораспределительную конструкцию (11) для горючего газа, при этом первый газораспределительный элемент (10) находится в контакте со вторым электродом (53) блока (5) КАЭ, и
- второй газораспределительный элемент (4), содержащий каналы (20a) для

2 6 1 0 1 4 1
R U C 2

окисляющего средства и содержащий отдельные каналы (20b) для текучей среды для термообработки, при этом каналы (20a) для окисляющего средства находятся в контакте с первым электродом (51) соседнего блока (5) КАЭ, и при этом

первый газораспределительный элемент (10) и второй газораспределительный элемент (4) соединены электрически, отличающийся тем, что

- первый газораспределительный элемент (10) содержит плоский базовый слой (1), первый слой (2) и второй слой (3), при этом первый и второй слои (2, 3) имеют газораспределительную конструкцию (11),

- второй газораспределительный элемент (4) расположен на стороне базового слоя (1) первого газораспределительного элемента (10) и образует опорный слой,

- отдельные каналы (20b) для текучей среды для термообработки находятся в контакте с базовым слоем (1) первого газораспределительного элемента (10),

- второй газораспределительный элемент (4) содержит несколько гофрирований, при этом гофрирования образуют несколько каналов (20a) для окисляющего средства и несколько отдельных каналов (20b) для текучей среды для термообработки, при этом несколько каналов (20a, 20b) проходят параллельно друг другу,

- гофрирования состоят из гофрированного листа металла, и

- коллектор приспособлен таким образом, что каналы (20a) для окисляющего средства и каналы (20b) для текучей среды для термообработки находятся в соединении по текучей среде с одним источником кислородсодержащего газа.

2. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что каналы (20b) для текучей среды для термообработки открыты в направлении первого газораспределительного элемента (10).

3. Топливный элемент по одному из пп. 1 и 2, отличающийся тем, что каналы (20a, 20b) имеют одно из волнообразного профиля, зигзагообразного профиля или профиля с трапециевидным поперечным сечением.

4. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что второй газораспределительный элемент (4) соединен с первым газораспределительным элементом (10) таким образом, что каналы (20b) для текучей среды для термообработки выполнены по форме в виде закрытых каналов, содержащих только конец (20c) входа и конец (20d) выхода.

5. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что первый газораспределительный элемент (10) проходит от стороны (2a) впуска топлива до стороны (2b) выпуска топлива, таким образом определяя направление потока (9) горючего газа в первом газораспределительном элементе (10), тем самым каналы (20a, 20b) второго газораспределительного элемента (4) либо проходят по существу вдоль основного направления потока (9), либо проходят по существу перпендикулярно основному направлению потока (9).

6. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что каналы (20a) для окисляющего средства имеют площадь (20f) поперечного сечения и при этом каналы (20b) для текучей среды для термообработки имеют площадь (20e) поперечного сечения, и при этом отношение двух площадей (20e, 20f) поперечного сечения находится в диапазоне от 1:2 до 2:1, предпочтительно 1:1.

7. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что блок (5) КАЭ имеет длину (3a) вдоль направления потока (9) и имеет ширину (3b), при этом отношение длины (3a) к ширине (3b) предпочтительно составляет больше чем 1, более предпочтительно больше чем 1,5, и наиболее предпочтительно больше чем 2.

8. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что гофрирования имеют шаг (20g), при этом шаг (20g) находится в диапазоне от 2 мм до 8 мм.

9. Топливный элемент по п. 8, отличающийся тем, что гофрирования имеют угол наклона (α), составляющий по меньшей мере 45° , более предпочтительно больше чем

2610141 РУСС

60°.

10. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что каналы (20a) для окисляющего средства и каналы (20b) для текучей среды для термообработки имеют высоту, находящуюся в диапазоне между 1 и 5 мм.

11. Топливный элемент по п. 1, содержащий коллектор, приспособленный таким образом, что каналы (20a) для окисляющего средства находятся в соединении по текучей среде с источником кислородсодержащего газа, и при этом каналы (20b) для текучей среды для термообработки находятся в соединении по текучей среде с отдельным газом для термообработки.

12. Топливный элемент по любому из пп. 5-11, отличающийся тем, что первый газораспределительный элемент (10) содержит второй слой (3), который является гомогенизирующим элементом, который имеет первые прорези (15) или вторые прорези (6), при этом, по меньшей мере, некоторые из первых прорезей (15) имеют длину (28) и ширину (29), при этом длина (28) больше, чем ширина (29), и длина (28) проходит в поперечном направлении относительно основного направления потока (9) текучей среды.

13. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что первый газораспределительный элемент (10) содержит по меньшей мере одно из нескольких каналов, трехмерных конструкций, таких как штыри, решетчатые конструкции, пеноконструкции.

14. Топливный элемент по п. 13, отличающийся тем, что каналы на первом газораспределительном элементе (10), по меньшей мере, частично перегорожены, по меньшей мере, реечным элементом (23), и при этом второй слой (3) содержит прорези (6), которые обходят реечные элементы (23).

15. Топливный элемент по п. 12, отличающийся тем, что газораспределительная конструкция (11) первого слоя (2) содержит несколько каналов (13), расположенных рядом друг с другом и соединяющих впуск (2b) топлива с выпуском (2c) топлива, при этом первые прорези (15), проходящие в поперечном направлении относительно каналов (13), имеют такую длину (28), что по меньшей мере два канала (13), расположенные рядом друг с другом, соединены по текучей среде посредством первой прорези (15).

16. Топливный элемент по п. 15, отличающийся тем, что каналы (13) проходят параллельно друг другу, и при этом первые прорези (15) проходят перпендикулярно каналам (13).

17. Топливный элемент по п. 12, отличающийся тем, что каналы (13) проходят в радиальном направлении и первые прорези (15) проходят в окружном направлении.

18. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что первый газораспределительный элемент (10) и/или второй газораспределительный элемент (4) изготовлены посредством чеканки, выдавливания, роликового профилирования, штамповки или вытравливания или посредством порошковой металлургии.

19. Топливный элемент по п. 1, отличающийся тем, что межблочное соединение (40) или первый газораспределительный элемент (10) и/или второй газораспределительный элемент (4) образуют одно целое, в частности, содержащее металлические слои, сваренные вместе.

20. Топливный элемент по п. 14, отличающийся тем, что второй газораспределительный элемент (4) состоит из по меньшей мере двух частей, при этом по меньшей мере две части отделены друг от друга посредством щели (4b), имеющей ширину зазора, составляющую по меньшей мере 0,3 мм.

21. Способ эксплуатации твердооксидного топливного элемента, при этом твердооксидный топливный элемент содержит:

а) несколько блоков (5) катод-анод-электролит, при этом каждый блок (5) КАЭ

содержит:

- первый электрод (51) для окисляющего средства,
- второй электрод (53) для горючего газа,
- и твердый электролит (52) между первым электродом (51) и вторым электродом (53),

и

б) металлическое межблочное соединение (40) между блоками (5) КАЭ, при этом межблочное соединение (40) содержит:

- первый металлический газораспределительный элемент (10), содержащий газораспределительную конструкцию (11) для горючего газа, и
- второй металлический газораспределительный элемент (4), содержащий каналы (20a) для окисляющего средства и содержащий отдельные каналы (20b) для текучей среды для термообработки, отличающийся тем, что каналы (20a, 20b) разделяют окисляющее средство (O) на два пути (O1, O2) потока, окисляющее средство (O1) для канала (20a) и текучую среду (O2) для термообработки для канала (20b), текучая среда (O2) для термообработки контактирует и охлаждает второй газораспределительный элемент (4) и базовый слой (1) первого газораспределительного элемента (10), окисляющее средство (O1) контактирует с первым электродом (51) соседнего блока КАЭ, при этом измеряют по меньшей мере первую и вторую контрольные температуры (T1, T2), первая температура (T1) является температурой текучей среды (O2) для термообработки, входящей во второй газораспределительный элемент (4), или любой характерной температурой, измеренной на стороне впуска текучей среды для термообработки топливного элемента, вторая температура (T2) является температурой, одной из температуры на выходе текучей среды для термообработки, выходящей из второго газораспределительного элемента (4), температуры набора топливных элементов или любой характерной температурой, измеренной на стороне выпуска текучей среды для термообработки топливного элемента, и при этом количество текучей среды (O2) для термообработки, подаваемой на второй газораспределительный элемент (4), регулируют на основе разности температур между первой и второй температурами (T1, T2).

22. Способ эксплуатации твердооксидного топливного элемента по п. 21, отличающийся тем, что количество текучей среды для термообработки, подаваемой во второй газораспределительный элемент (4), регулируют на основе максимальной, минимальной или номинальной разницы температур.

23. Способ эксплуатации твердооксидного топливного элемента по одному из пп. 21 или 22, отличающийся тем, что количество и температуру (T1) текучей среды для термообработки, подаваемой во второй газораспределительный элемент (4), регулируют таким образом, что первая и вторая контрольные температуры (T1, T2) поддерживаются в пределах определенных минимальных и максимальных значений.

24. Способ эксплуатации твердооксидного топливного элемента по п. 21, отличающийся тем, что расход окисляющего средства поддерживают выше стехиометрического расхода, требуемого для электрохимической реакции таким образом, что парциальное давление кислорода окисляющего средства на выпуске каналов (20a) составляет больше чем 5% и предпочтительно больше чем 10% от общего давления окисляющего средства.

25. Способ эксплуатации твердооксидного топливного элемента по п. 21,

отличающийся тем, что окисляющее средство и текучая среда для термообработки циркулируют в строго отдельных путях (O1, O2) потока.

26. Способ эксплуатации твердооксидной электролитической ячейки, при этом твердооксидная электролитическая ячейка содержит:

а) несколько блоков (5) катод-анод-электролит, при этом каждый блок (5) КАЭ содержит:

- первый электрод (51) для окисляющего средства,
- второй электрод (53) для горючего газа,
- и твердый электролит (52) между первым электродом (51) и вторым электродом (53),

и

б) металлическое межблочное соединение (40) между блоками (5) КАЭ, при этом межблочное соединение (40) содержит:

- первый металлический газораспределительный элемент (10), содержащий газораспределительную конструкцию (11) для горючего газа, и
- второй металлический газораспределительный элемент (4), содержащий каналы (20a) для окисляющего средства и содержащий отдельные каналы (20b) для текучей среды для термообработки, отличающийся тем, что

каналы (20a, 20b) разделяют окисляющее средство (O) на два пути (O1, O2) потока, окисляющее средство (O1) для канала (20a) и текучую среду (O2) для термообработки для канала (20b),

текучая среда (O2) для термообработки контактирует и охлаждает второй газораспределительный элемент (4) и базовый слой (1) первого газораспределительного элемента (10),

окисляющее средство (O1) контактирует с первым электродом (51) соседнего блока КАЭ,

при этом измеряют по меньшей мере первую и вторую контрольные температуры (T1, T2),

первая температура (T1) является температурой текучей среды (O2) для термообработки, входящей во второй газораспределительный элемент (4), или любой характерной температурой, измеренной на стороне впуска текучей среды для термообработки электролитической ячейки, вторая температура (T2) является температурой одной из температуры на выходе текучей среды для термообработки, выходящей из второго газораспределительного элемента (4), температуры набора электролитических ячеек или любой характерной температуры, измеренной на стороне выпуска текучей среды для термообработки электролитической ячейки,

и при этом количество текучей среды (O2) для термообработки, подаваемой на второй газораспределительный элемент (4), регулируют на основе разности температур между первой и второй температурами (T1, T2).

27. Способ эксплуатации твердооксидной электролитической ячейки по п. 26, отличающийся тем, что количество текучей среды для термообработки, подаваемой во второй газораспределительный элемент (4), регулируют на основе максимальной, минимальной или номинальной разницы температур.

28. Способ эксплуатации твердооксидной электролитической ячейки по одному из пп. 26 или 27, отличающийся тем, что количество и температуру (T1) текучей среды для термообработки, подаваемой во второй газораспределительный элемент (4), регулируют таким образом, что первая и вторая контрольные температуры (T1, T2) поддерживаются в пределах определенных минимальных и максимальных значений.

29. Способ эксплуатации твердооксидной электролитической ячейки по п. 26, отличающийся тем, что окисляющее средство и текучая среда для термообработки

циркулируют в строго отдельных путях (O1, O2) потока.

30. Способ эксплуатации твердооксидной электролитической ячейки по п. 29, отличающийся тем, что текучая среда для термообработки нагревает второй газораспределительный элемент (4).

31. Способ эксплуатации твердооксидной электролитической ячейки по п. 30, отличающийся тем, что газ-носитель добавляют в путь (O1) потока окисляющего средства для сбора образованного кислорода, тогда как расход газа-носителя регулируют так, чтобы поддерживать содержание кислорода в газе-носителе, выходящем из межблочного соединения (40), в заданном диапазоне.

32. Способ эксплуатации твердооксидной электролитической ячейки по п. 31, отличающийся тем, что газ-носитель циркулирует и кислород извлекают из газоносителя, выходящего из межблочного соединения (40), для отдельного сбора обогащенного кислородом газа.

33. Способ эксплуатации твердооксидной электролитической ячейки по п. 30, отличающийся тем, что кислород отдельно собирают, когда он выходит из межблочного соединения (40).